



CUTEc News

A U F I N D I E Z U K U N F T !

EDITORIAL

CUTEc AUF DEM WEG ZUM VIERTEN FORSCHUNGSZENTRUM DER TU CLAUSTHAL



Liebe Leserinnen und Leser,

im Sommer dieses Jahres soll es soweit sein: CUTEc wird als viertes Forschungszentrum in die TU Clausthal – wie vom TU Präsidenten Herrn Professor Hanschke in der letzten Ausgabe der CUTEc News dargestellt – integriert werden. Damit dies fachlich-inhaltlich wie auch organisatorisch gelingt, haben in den letzten Monaten die Beteiligten von TU Clausthal, Ministerium für Wissenschaft und Kultur und CUTEc an der wissenschaftlichen und organisatorischen Konzeption des Forschungszentrums intensiv gearbeitet.

Das geplante CUTEc Forschungszentrum für Rohstoffsicherung und Ressourceneffizienz soll auch weiterhin den Transformationsprozess Deutschlands hin zu einer nachhaltigen Industriegesellschaft aktiv unterstützen. Durch Bündelung der Fähigkeiten und Kompetenzen von TU Clausthal und CUTEc soll das neue Forschungszentrum wissenschaft-

lich gestärkt und zukunftsfähig einen Beitrag zur Forschung auf den Themenfeldern Rohstoffe/Ressourcen und Energie – in der Brückenfunktion zwischen Grundlagenforschung und industrieller Anwendung – leisten.

Von besonderer Bedeutung wird unverändert die Kooperation mit der Industrie sein.

Da dies die letzten CUTEc News als selbständiges Forschungsinstitut sein werden, möchte ich an dieser Stelle auch persönlich Dank sagen.

Unseren Freunden, Unterstützern und Geschäftspartnern möchte ich danken für die Treue und Zusammenarbeit in den vergangenen 27 Jahren. Bleiben Sie uns auch weiterhin verbunden.

Mein besonderer Dank gilt den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der CUTEc – da sie es letztendlich ausmachen – und nicht zuletzt auch meinen drei Vorgängern in der Geschäftsführung, die CUTEc – jeder auf seine Weise – geprägt und mit Engagement geleitet haben. Danken möchte ich auch all jenen, die CUTEc „erdacht“ haben, dafür, dass sie vor 27 Jahren den Mut und den Weitblick hatten, das CUTEc Institut aus der Taufe zu heben.

Allen, die künftig Verantwortung für die Arbeit des CUTEc als Forschungszentrum übernehmen, wünsche ich viel Erfolg und stets eine glückliche Hand.

Nichts ist beständiger als der Wandel; davon lebt gerade erfolgreiche Wissenschaft. Wir schlagen nun ein neues Kapitel für die CUTEc auf und freuen uns, unter dem Dach der TU Clausthal als viertes Forschungszentrum unsere wis-

senschaftliche Arbeit erfolgreich fortsetzen zu können.

Ihr

Geschäftsführer CUTEc Institut

Thermo-chemische Alternativen zur Verbrennung von Klärschlamm und Nährstoffrückgewinnung	2
Einfluss der geplanten Ersatzbaustoffverordnung auf die Nutzung von Schlacken im Straßenbau	3
Klimaschutzstipendiatin aus Indien zu Gast im CUTEc Institut	4
RADAR – Radikalische Abwasserreinigung	5
EU-Brennstoffzellen-Projekt mit CUTEc-Beteiligung abgeschlossen	6
Flexibilitätsanforderungen an konventionelle Kohlekraftwerke in Europa	7
Realisierung zukünftiger Projekte im Kontext von Industrie 4.0	8
CUTEc gestaltet Weltkulturerbe-Sonderausstellung mit	9
CUTEc unterwegs	10
CUTEc startet zukunftssichere Energieversorgung	11
Neues aus dem CUTEc Team	11
Wir sehen uns im CUTEc-Forschungszentrum für Rohstoffsicherung und Ressourceneffizienz wieder	12



CUTEc ist ein Unternehmen des Landes Niedersachsen

THERMO-CHEMISCHE ALTERNATIVEN ZUR VERBRENNUNG VON KLÄRSCHLAMM UND NÄHRSTOFFRÜCKGEWINNUNG



Dr.-Ing.
Stefan Vodegel
Abteilungsleiter

Nach einem zehn-jährigen Verfahren verabschiedete der Bundesrat im Mai '17 die „Verordnung zur Neuordnung der Klärschlammverwertung“. Nach der Zustimmung des Bundestags und der Veröffentlichung im Bundesanzeiger wird sie in Kraft treten. Ziele der Novelle

sind a) die signifikante Reduzierung der landwirtschaftlichen Verwertung von Klärschlämmen, b) die Verminderung des Schadstoffeintrags wie Schwermetallen, Medikamentenresten und Mikroplastik in Böden sowie c) die Rückgewinnung von Phosphor. Je nach Größe der Abwasserbehandlungsanlage gelten Übergangsfristen von 12 bis 15 Jahren zur Umsetzung.

Das Phosphor-Recycling ist technisch an insgesamt vier Stellen auf der Strecke der Abwasser- und Klärschlammbehandlung möglich (s. Bild 1).



Bild 1: Möglichkeiten des P-Recyclings auf dem Weg der Klärschlammverwertung

Die Behandlung der Asche von Verbrennungsanlagen liefert bisher die höchste Rückgewinnungsquote von 80 % und mehr. Aufgrund der guten Perspektive wurden in den letzten Jahren zur Verbrennung alternative thermo-chemische Verfahren entwickelt. Zu nennen sind die Grundvarianten Pyrolyse, Vergasung und Hydrothermale Carbonisierung. Einige der Techniken ermöglichen neben dem Phosphor auch die Rückgewinnung weiterer Nährelemente wie Stickstoff, Calcium, Kalium oder Natrium.

Da Nährstoffkreisläufe und die Auswirkungen des Nahrungsmittelanbaus heute weltweit zu betrachten sind, besitzt die Deutsche Bundesstiftung Umwelt in Osnabrück ein hohes Interesse an praxisorientierten wissenschaftlichen Entwicklungen zur maximalen Rückgewinnung von Nährstoffen in dezentralen, kostengünstigen Anlagen mit hohen Umweltschutzeffekten. Die Abteilung Thermische Prozesstechnik bekam daher im Juli 2015 eine Technologiebewertung thermo-chemischer Konversionsverfahren bewilligt. Die Arbeitspakete sahen eine Mischung aus theoretischen Tätigkeiten und Experimenten zur Pyrolyse, Vergasung und Nährstoffrückgewinnung vor. Die Projektleitung übernahm Dipl.-Ing. Felix Müller.

Für jede der in Bild 1 gezeigten P-Rückgewinnungsstellen wurde in der Studie eine Auswahl an Verfahren exemplarisch näher untersucht. Kommerziell in Betrieb sind weltweit nur sehr wenige Anlagen. Ein Grund ist der zurzeit noch sehr günstige Preis des Phosphors aus natürlichen Quellen für Düngezwecke in Höhe von ca. 2 bis 3 €/kg P, wenn er aus Rohphosphat gewonnen wird. Wie Tabelle 1 zeigt, liegen die Phosphor-Gestehungskosten bei den meisten Rückgewinnungsverfahren weit darüber. Bei einigen Alternativen wie MePhrec, AshDec und PASCH geben Autoren teilweise zwar konkurrenzfähige Rückgewinnungskosten an. Da aber bisher nur Laborausführungen bzw. Demonstrationsanlagen mit Förderung existieren, sind die Angaben bisher durch kommerzielle Ausführungen nicht nachprüfbar.

Tabelle 1: Übersicht ermittelter spezifischer Phosphor-Rückgewinnungskosten

Verfahren	Ort der P-Rückgewinnung	Spezifische P-Rückgewinnungskosten	Quelle*
		[€/kg _P]	
verschiedene	Kläranlage	1,1 bis 24,2 (-1,4 bis 21,2)	[Egle et al. 2014] 100.000 EW (500.000 EW)
	verschieden	0,4 bis 19,60	[UBA 2015]
AirPrex	Klärschlamm	-4 bis 1,8	[iat 2014]
Stuttgarter Verfahren		8	[Egle et al. 2014]
		32,39	[iat 2014]
		18 (19,20 CHF/kg _P)	[P-Rück 2015]
		8 - 12	[Steinmetz et al. 2014]
		7,8 bis 10,7	[Egle et al. 2014]
Budenheim		"tiefer einstelliger Frankenbereich"	[P-Rück 2015]
MePhrec	< 1 -unbestätigt	[Pinnekamp et al. 2016]	
AshDec	Asche	-10,3 bis -9,8	[Egle et al. 2014]
PASCH		1,90	[Pinnekamp et al. 2016]
		- 1 bis 1,5	[Egle et al. 2014]
		2,63	[Pinnekamp et al. 2016]
		1,8 bis 4,8	[Egle et al. 2014]

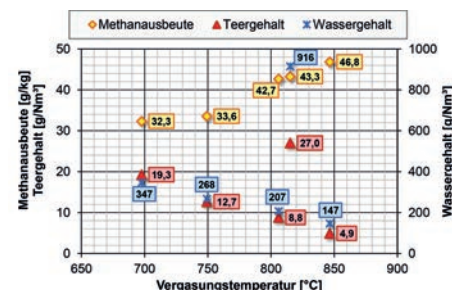


Bild 2: Methanausbeute und Teergehalt bei der CUTEC-Klärschlammvergasung

Die Neuordnung der Klärschlammverwertung dürfte der Planung neuer Anlagen nun den notwendigen Schwung geben. Die experimentellen Arbeiten zeigten interessante Chancen der Rückgewinnung von Nährstoffen aus den Abgas- und Aschewegen auf. Auch für die verfahrenstechnische Optimierung konnten interessante Ergebnisse gewonnen werden. So ist in Bild 2 besonders die Teer- und Methanbildung bei der O₂- und Luftvergasung von Klärschlamm in der Zirkulierenden Wirbelschicht dargestellt. Deutlich zu erkennen sind der signifikante Anstieg der spezifischen Methanausbeute und der sinkende Teergehalt mit steigender Vergasungstemperatur.

Der Abschlussbericht zum Vorhaben wird nach Prüfung durch die DBU in Kürze verfügbar sein (DBU-Aktenzeichen 32919/01), so dass Details nachgelesen werden können.

Generell zeigte das Vorhaben die in den letzten Jahren weiter gestiegenen Möglichkeiten thermo-chemischer Verfahren zur Rückgewinnung von Elementen aus Reststoffen auf. Weitere Projekte dazu laufen bereits in der CUTEC oder sind in der Anbahnung. Als thematischer Teil des neuen Forschungszentrums Rohstoffsicherung und Ressourceneffizienz ist zu erwarten, dass ein weiterer Ausbau erfolgen wird und die Ergebnisse in die Lehre an der TU Clausthal einfließen können. (vo)

*Quelle: Egle et al. 2014: Phosphorrückgewinnung aus dem Abwasser – Endbericht; L. Egle, H. Rechberger und M. Zessner; Hrsg. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien 02/2014 | iat 2015: Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm – Machbarkeitsstudie; iat – Ingenieurberatung GmbH in Zusammenarbeit mit dem Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte und Abfallwirtschaft ISWA der Universität Stuttgart, für die Stadtentwässerung Göttingen; gefördert vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg; 07/2014 | P-Rück 2015: Studie Phosphorrückgewinnung aus Abwasser und Klärschlamm; TBF + Partner AG, Zürich für Organisation Kommunale Infrastruktur, Bern; Zürich 10.03.2015 | Steinmetz et al. 2014: Saures Leaching aus Klärschlamm – H. Steinmetz, V. Preyl, C. Meyer; Vortragsfolien auf dem BAM Workshop Abwasser-Phosphor-Dünger, 28./29.01.2014, Berlin; ISWA der Universität Stuttgart; 2014 | Pinnekamp et al. 2016: Gutachten zur Umsetzung einer Phosphorrückgewinnung in Hessen aus dem Abwasser, dem Klärschlamm bzw. der Klärschlammasche; Prof. J. Pinnekamp, D. Bastian, D. Montag, U. Gerth S. Malm, J. Firk; Abschlussbericht für das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie; RWTH Aachen, 2016

EINFLUSS DER GEPLANTEN ERSATZBAUSTOFFVERORDNUNG AUF DIE NUTZUNG VON SCHLACKEN IM STRAßENBAU



Dr. rer. nat.
Torsten Zeller
Abteilungsleiter



Madita Flamm
M. Sc.
Wiss. Mitarbeiterin

Bei der Roheisen- und Stahlerzeugung entstehen massenbedeutsame industrielle Nebenprodukte. Im Jahr 2015 fielen rund 13,2 Mio. t Schlacken an. Ein wesentlicher Teil davon, knapp 5,0 Mio. t pro Jahr, wird seit Jahrzehnten wegen der guten baustofflichen Eigenschaften besonders im Straßen- und Wegebau als Frostschutz oder in Asphaltsschichten eingesetzt. Diese hochwertige Verwendung hilft in erheblichem Maße, Primärrohstoffe einzusparen und damit natürliche Ressourcen zu schonen. Die Eigenschaften der Schlacke und die grundlegenden Anforderungen sind in der DIN 4301 „Eisenhüttenschlacke und Metallhüttenschlacke im Bauwesen“ beschrieben. Weitere Richtwerte werden u. a. im „Merkblatt über die Verwendung von Eisenhüttenschlacken im Straßenbau“ geregelt. Jedoch besitzt beinahe jedes Bundesland seine eigenen Richtlinien, die für den Einsatz herangezogen werden, so zum Beispiel die „Richtlinie zur Verwertung mineralischer Abfälle im Straßenbau“ des Landes Sachsen-Anhalt.

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) hat in den letzten Jahren mehrere Entwürfe für eine „Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung (EBV)“, zur Neufassung der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung“ veröffentlicht. Diese Mantelverordnung soll eine bundeseinheitliche, rechtsverbindliche Vollzugspraxis für die Verwendung von mineralischen Ersatzbaustoffen in technischen Bauwerken schaffen. Der letzte Entwurf wurde am 3. Mai 2017 vom Bundeskabinett beschlossen und soll im Laufe des Jahres

dem Bundestag und Bundesrat zur Abstimmung vorgelegt werden.

Bei Einführung der EBV ist damit zu rechnen, dass die industriellen Nebenprodukte der Stahlerzeugung nicht mehr in vollem Umfang in technischen Bauwerken, beispielsweise Straßen, eingesetzt werden können. Aus diesem Grund wurde das CUTEC Institut durch die Aurubis AG, die BENTELER Steel/Tube GmbH, die Georgsmarienhütte GmbH sowie die Salzgitter Flachstahl GmbH beauftragt, eine ökobilanzielle „Bewertung der Substitution von industriellen Nebenprodukten der Stahl- und Kupfererzeugung durch Primärrohstoffe bei Einsatz im Straßenbau“ für das Produktionsjahr 2015 vorzunehmen.

In der Studie wurde das Szenario betrachtet, dass Schlacken, die künftig nicht mehr als Ersatzbaustoffe im Straßenbau eingesetzt werden dürfen, vollständig auf einer Deponie abgelagert und gleichzeitig durch Primärmaterialien substituiert werden müssen. Dabei wurde davon ausgegangen, dass sich die Aufbereitungsschritte der Schlacke für die Deponierung sowie für den Einsatz als Straßenbaumaterial kaum unter-

scheiden. Für die ökobilanzielle Bewertung wurden die Gewinnung von Kalksteinschotter, die Gewinnung von Kiesschotter sowie die Ablagerung von Sekundärrohstoffen modelliert und mit dem Status quo verglichen.

Darauf aufbauend erhielt das CUTEC Institut den Auftrag vom FEhS – Institut für Baustoff-Forschung e. V., die Ergebnisse dieser Studie auf das gesamte Bundesgebiet zu übertragen. Dabei wurde zwischen zwei Fällen unterschieden:

- Im Worst Case wird die betrachtete Schlackenmenge vollständig deponiert und durch Naturstein ersetzt.
- Im Moderate Case ist der Einsatz der Schlackenqualität 1 im Straßenbau weiterhin möglich. Den Qualitäten 2 und 3 ist ein Marktzugang nicht länger möglich; sie werden deponiert.

Die Einteilung der Schlacken in unterschiedliche Qualitäten erfolgt durch Eluat- und Feststoffkriterien, die in der EBV festgelegt werden. Die Schlacken der Qualität 1 werden als Nebenprodukt geführt und können ohne Einschränkungen genutzt werden. Die Qualitäten 2 und 3 erhalten diesen Status aufgrund der höheren Metallgehalte nicht und dürfen, wenn überhaupt, nur unter Berücksichtigung spezieller Auflagen in Bauvorhaben eingesetzt werden. Andernfalls müssen sie einer Verwertung zugeführt werden. Durch diese Zuordnung kann jedoch davon ausgegangen werden, dass bis zu 40 %, d. h. etwa 2,0 Mio. Jahrestonnen der heute im Straßenbau verwendeten Schlacken nicht mehr genutzt werden können. Dies würde beim Moderate Case zu einem zusätzlichen Flächenverbrauch von rund 385 ha jährlich gegenüber dem Status quo führen. Bei einem vollständigen Nutzungsverbot (Worst Case) müsste sogar von 985 ha zusätzlichem Flächenverbrauch pro Jahr ausgegangen werden. Dies hat zwei Gründe. Zum einen müsste die nicht nutzbare Schlacke durch die äquivalente Menge an Primärrohstoffen ersetzt werden. Dies führt zu einer wei-



Abguss von Hochofenschlacke (© FEhS – Institut für Baustoff-Forschung e. V.)

Fortsetzung auf Seite 4

EINFLUSS DER GEPLANTEN ERSATZBAUSTOFFVERORDNUNG AUF DIE NUTZUNG VON SCHLACKEN IM STRAßENBAU

teren Erhöhung des Flächenverbrauchs, da vermehrt Naturgestein aus Steinbrüchen oder Gruben abgebaut werden muss. Die Folge ist, dass die betriebenen Tagebaue schneller ausgebeutet werden, was die Erschließung neuer Lagerstätten nach sich zieht. Zum anderen müsste die nicht genutzte Schlacke auf einer Deponie abgelagert werden. Dieses Aufhalten führt ebenfalls zu einem erhöhten Flächenverbrauch. Da die momentan betriebenen Deponien bei steigender Menge an abzulagerndem Material früher als geplant an ihre Kapazitätsgrenzen stoßen würden, müssten geeignete Standorte für die Errichtung und den Betrieb von neuen Deponien gefunden werden. Dabei gilt: genauso wie Lagerstätten für Primärrohstoffe sind geeignete Deponieflächen und -standorte begrenzt.

Bei der Betrachtung des Klimaschutzes ist im Ergebnis festzustellen, dass im Worst Case deutschlandweit mit einer Zunahme der Emissionen von rund 44.000 Tonnen CO₂-Äquivalenten pro Jahr zu rechnen ist,



Verwendung von Stahlwerksschlacke im Asphalt (© FEhS – Institut für Baustoff-Forschung)

und im Moderate Case mit zusätzlichen 17.000 Tonnen pro Jahr im Vergleich zum Status Quo. Dies liefe den ambitionierten klimapolitischen Zielen der Bundesregierung, die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2020 um mindestens 40 % gegenüber 1990 zu reduzieren, zuwider.

Die Ergebnisse belegen, dass ein alleiniges oder auch nur weitestgehendes Abstellen auf Aspekte des Boden- und Gewässerschutzes, wie in der EBV vorgesehen, einer ganzheitlichen Bewertung im Sinne der Ressourceneffizienz eher entgegensteht. Sollte die Mantelverordnung ohne weitere Änderungen durch Bundestag und Bundesrat beschlossen werden, so führt die dadurch verminderte Nutzbarkeit der Schlacken zu einer Vielzahl weiterer, negativer Umweltwirkungen, wie z. B. zum Verbrauch von fossilen Energieträgern. Maßnahmen zur Erhöhung der Ressourceneffizienz bedürfen immer einer ganzheitlichen Betrachtung und zielen nicht auf Einzelaspekte ab.

Die gewonnenen Ergebnisse sollen auf dem Symposium „Schlacke – der unbekannte Wertstoff“ der Georgsmarienhütte GmbH am 2. August 2017 sowie dem Seminar „Kreislaufwirtschaft in der Stahlindustrie“ des Stahlinstituts VDEh vom 12. bis 13. September 2017 vorgestellt werden. (ze/fl)

KLIMASCHUTZSTIPENDIATIN AUS INDIEN ZU GAST IM CUTEC INSTITUT

Shivali Sugandh, eine junge Wissenschaftlerin aus Delhi, Indien, ist seit April 2017 zu Gast im CUTEC Institut. Grund ihres Aufenthalts ist ein einjähriges Forschungsprojekt im Rahmen des „Internationalen Klimaschutzstipendiums“ der Alexander von Humboldt-Stiftung.



Stipendiatin Shivali Sugandh

Das Ziel des Projektes ist, die unterschiedlichen Technologien der Abfallbehandlung in Deutschland zu bewerten sowie deutsche Abfallmanagementsysteme und -richtlinien zu verstehen und auf die Bedürfnisse Indiens anzupassen.

Derzeit produziert Indien 60-75 Mio. Tonnen Siedlungsabfall jährlich. Dieser wird weitestgehend durch eine ansteigende urbane Bevölkerung, eine wachsende Industrie sowie einen raschen Wandel des Konsumverhaltens verursacht. In nur einem Jahrzehnt, von 2001 bis 2011, musste Indien eine 50 %ige Erhöhung des Abfallaufkommens in städtischen Gebieten verzeichnen. Jedoch stellt der Mangel an technischem Know-how sowie an Infrastruktur, um die Abfälle systematisch zu behandeln, eine der großen Herausforderungen des Landes dar. Derzeit wird ein Großteil des Siedlungsabfalls auf offenen, ungeordneten Halden oder durch einfaches Verbrennen entsorgt. Dies führt dazu,

dass der Abfallsektor der zweitgrößte Erzeuger von anthropogenem Methan in Indien ist.

Bisher blieben Versuche, Technologien aus dem Bereich der Abfallverbrennung sowie der anaeroben Behandlung aus anderen Staaten zu übertragen, ohne diese auf die örtlichen Gegebenheiten anzupassen, erfolglos. Aus diesem Grund wurden von der indischen Regierung eine Vielzahl ehrgeiziger Programme ins Leben gerufen. Im Rahmen dieses Projektes wird Frau Sugandh eine Entscheidungsmatrix entwickeln, mit deren Unterstützung geeignete Behandlungstechnologien für Siedlungsabfälle auf lokaler Ebene identifiziert und beurteilt werden können. Diese Matrix soll in Zukunft als Blaupause für Kommunalverwaltungen und städtische Gebietskörperschaften eingesetzt werden.

Die Kooperationsforschung soll auch die Zusammenarbeit sowie den Wissens- und Technologietransfer zwischen Indien und Deutschland stärken. (fl/su)

RADAR – RADIKALISCHE ABWASSERREINIGUNG



Prof. Dr.-Ing.
Michael Sievers
Abteilungsleiter



Dipl.-Ing.
Dennis Haupt
Wiss. Mitarbeiter

Seit dem 1. April 2017 erweitert die Abteilung Abwasserverfahrenstechnik um Prof. Michael Sievers ihre Tätigkeiten in der radikalischen Abwasseraufbereitung mit dem BMBF-Projekt RADAR.

Zentrale Rolle innerhalb des Projektes bildet die Erzeugung von OH-Radikalen, welche eine der stärksten Oxidationsmittel sind. Gegenüber konventionellen Verfahren wie Ozonung oder UV/H₂O₂-Verfahren sind elektrochemische Prozesse allerdings noch effektiver in der Lage, biologisch nicht abbaubare Verbindungen wie Röntgenkontrastmittel zu mineralisieren und damit unschädlich zu machen. Dieses in der Abwasserreinigung noch junge Oxidationsverfahren wird innerhalb des RADAR-Projektes

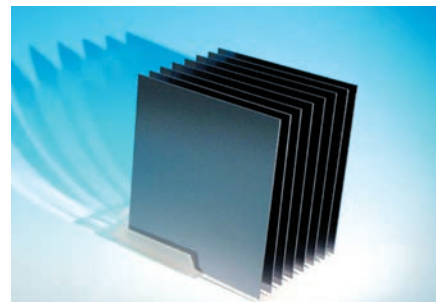


Produktion Gasdiffusionselektroden für
Chlor-Alkali-Elektrolyse (© Covestro AG)

innovativ mit der Gasdiffusionstechnologie gekoppelt, zwecks doppelter Stromnutzung. Durch die Kombination einer bordotierten Diamantelektrode als Anode mit einer Gasdiffusionselektrode als Kathode ist eine „200 %-Zelle“ möglich, in der an beiden Elektroden oxidative Spezies in-situ erzeugt werden können. An der Anode erfolgt die Bildung der OH-Radikale, während parallel dazu an der Kathode weitere Oxidationsmittel wie Wasserstoffperoxid entstehen.

Dies stellt einen interessanten Ansatz dar, um bei gleichem Energieeintrag eine höhere Menge an hoch-oxidativen Spezies zu generieren. Zusätzlich erhöht sich die Betriebssicherheit, weil die Bildung von Wasserstoff an der Kathode unterdrückt wird. Diesen Ansatz hält auch das Bundesministerium für Bildung und Forschung für innovativ und bedeutend und fördert das dreijährige Projekt im Rahmen der Initiative „Materialien für eine nachhaltige Wasserwirtschaft (MACHWAS)“.

Zum Kick-off-Meeting am 10. April 2017 lud die Covestro AG, als Projektkoordinator, alle Projektpartner nach Leverkusen ein, wo bereits ein reger fachlicher Austausch über die Zukunft des Projekts stattfand. Neben der Koordination des Projekts ist die Covestro AG an der Entwicklung der wasserstoffperoxidbildenden Elektroden beteiligt. Als weiterer Elektrodenhersteller zeichnet sich die CONDIAS GmbH (Itzehoe) aus, deren bordotierte Diamantelektroden die Erzeugung der OH-Radikale ermöglichen. Der dritte Elektrodenhersteller im Verbund ist die Eisenhuth GmbH aus dem benachbarten Osterode am Harz. Eisenhuth wird für das Projekt biegsame Elektroden herstellen, an denen vor der eigentlichen Abwasserreinigung Kalk abgeschieden wird. Mittels Biegung soll der Kalk dann von der Elektrode einfach entfernt werden. Dieser Schritt ist nötig, um die Gasdiffusionselektroden vor Scaling zu schützen. Das DECHEMA Forschungsinstitut (Frankfurt) sowie das CUTEC Institut werden mit ihrer Kompetenz auf dem Gebiet der Abwasseranalytik eine zentrale Rolle einnehmen. So werden zunächst von beiden Instituten die Abbauvorgänge innerhalb des Oxidationsverfahrens an einzelnen Modellschubstanzen und Reaktorkonzepten untersucht, um dann später auch Versuche mit realem Abwasser durchzuführen. Abbaukinetiken sind von großer Bedeutung, um Kenntnisse über das eventuelle Entstehen von Nebenprodukten zu erhalten und die Effizienz des Verfahrens zu



Bordotierte Diamant-Elektroden der Firma
CONDIAS GmbH

beurteilen. Darüber hinaus wird das CUTEC Institut Vergleichsstudien zwischen den bisher bekannten Oxidationsverfahren (O₃, H₂O₂, UV etc.) und dem neuartigen Verfahren für eine weitergehende Bewertung durchführen. Aus Anwendersicht wird das Projekt schließlich von der EVAC GmbH (Wedel) umrahmt. Der Hersteller von Zugtoiletten wird das Projekt in Bezug auf Einsatzmöglichkeiten beurteilen und reales Zugabwasser zur Aufreinigung zur Verfügung stellen.

Nach Beendigung der Versuchsphase werden die gewonnen Erkenntnisse in den Bau eines Demonstrators fließen, um verschiedene Abwässer im größeren Maßstab zu reinigen. Das endgültige Reaktorkonzept soll dann neben einem Einsatz in der chemischen Industrie (z. B. Bayer AG) auch für den mobilen Einsatz in einer Zugtoilettenkabine der Firma EVAC GmbH umgesetzt werden. Dies ermöglicht die Kreislaufführung von Wasser sowie die Einsparung von Entsorgungs- und Treibstoffkosten, letzteres durch die Verkleinerung der Frisch- und Abwassertanks in Zügen. Gekoppelt mit Solar- oder Windstrom ergibt sich somit ein klimaneutrales und reststofffreies Abwasserreinigungskonzept, das ohne Zusatz von Chemikalien auch stationär und dezentral zur Reinigung von komplexen Abwässern eingesetzt werden kann. (si/ha)



Gruppenfoto Teilnehmer Statusseminar MACHWAS (© DECHEMA e.V)

EU-BRENNSTOFFZELLEN-PROJEKT MIT CUTEK-BETEILIGUNG ABGESCHLOSSEN



Dr.-Ing.

Andreas Lindermeir
Abteilungsleiter

Nach dreijähriger Bearbeitungszeit wurde das Projekt NELLHI („New all-European high-performance stack: design for mass production“) erfolgreich abgeschlossen. Ende April dieses Jahres fand in Rom das letzte Projekttreffen statt: Alle Partner waren

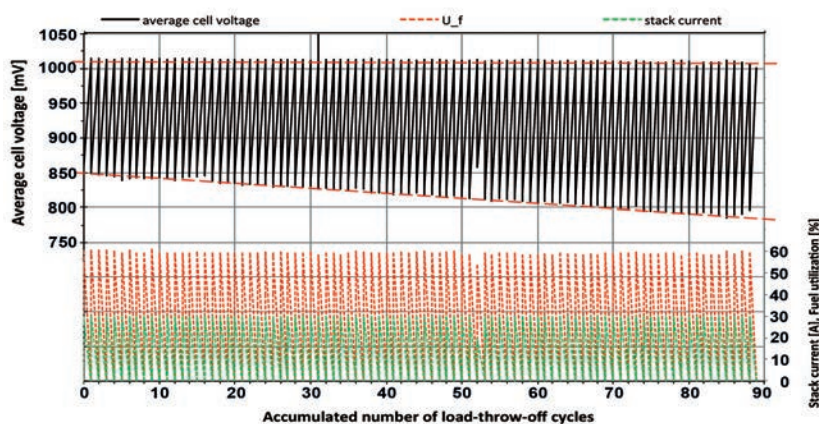
sich einig, dass das Projekt erfolgreich beendet wurde und wesentliche Schritte in Richtung der weiteren Kommerzialisierung der Solid Oxide Fuel Cell (SOFC)-Technologie gegangen wurden.

Bei der SOFC handelt es sich um eine Hochtemperatur-Brennstoffzelle, die üblicherweise bei 650 bis 850 °C betrieben wird und Wasserstoff oder Synthesegas (eine Mischung aus Wasserstoff und Kohlenmonoxid) hocheffizient in elektrische Energie umwandeln kann. Sie gilt aufgrund der Brennstoff-Flexibilität und der hohen Wirkungsgrade als ein Hoffnungsträger für die dezentrale Stromerzeugung der Zukunft. Wesentliche technische Herausforderungen liegen in der Realisierung hoher Wirkungsgrade und Leistungsdichten bei vergleichsweise niedriger Temperatur (650 °C) sowie der Erhöhung der Lebensdauer, insbesondere bei zyklischer Belastung.

Gefördert mit EU-Mitteln im Rahmen des Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU), waren die Projektpartner angetreten, europäisches Know-how in den Bereichen Zellfertigung, Beschichtung, Dichtungstechnik, Stackdesign und Testmethodik zu kombinieren, um einen neuar-



15-Zellen SOFC-Stack während der Montage auf dem CUTEK-Prüfstand



Charakteristische Stack-Kennwerte im Verlauf von 89 Lastabwurf-Zyklen

tigen SOFC-Stack in der Leistungsklasse 1 kW zu entwickeln.

Das Projektkonsortium wurde von der italienischen ENEA (Nationale Agentur für neue Technologien, Energie und Nachhaltige ökonomische Entwicklung) koordiniert. Elcogen AS aus Estland war für die Zellentwicklung verantwortlich, die Herstellung und Beschichtung der Interkonnectoren wurde von AB Sandvik Materials Technology (Schweden) und Borit NV (Belgien) durchgeführt. Zusammen mit der Dichtungstechnik von Flexitallic Ltd. (Großbritannien) wurden die Stacks dann bei Elcogen Oy in Finnland montiert und den beteiligten Forschungsinstituten VTT Technical Research Centre of Finland (Finnland) und CUTEK für die experimentelle Charakterisierung zur Verfügung gestellt.

Die Abteilung Chemische Verfahrenstechnik des CUTEK war für die detaillierte Untersuchung der drei im Laufe des Projektes entwickelten Stackgenerationen (Bild links) zuständig. Neben der Erprobung bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen lag der Schwerpunkt der Messungen auf der zyklischen Belastung der Stacks, z. B. durch Last- und Thermozyklen. Solche dynamischen Beanspruchungen führen in der Regel zu einer vorzeitigen Alterung der Stacks und können damit herangezogen werden, Vorhersagen bzgl. der zu erwartenden Lebensdauer von Stacks zu treffen.

Als Beispiel für solche Zyklentests wurden Lastabwurf-Messungen durchgeführt, bei denen der elektrische Stromfluss ausgehend vom Nennbetriebspunkt schlagartig unterbrochen wird. Durch die damit verbundenen schnellen Änderungen bzw. die Unterbrechung der elektrochemischen Vor-

gänge im Inneren des Stacks kommt es zu entsprechenden Schwankungen in der Temperatur- und Gasverteilung, welche Lebensdauer und Leistungsfähigkeit negativ beeinflussen können.

Am CUTEK-Prüfstand durchgeführte automatisierte Testreihen zeigen, dass nach 89 Lastabwurfzyklen die mittlere Zellspannung von 850 mV auf 785 mV gesunken war (Bild oben). Die Abnahme ist dabei näherungsweise linear mit zunehmender Zyklenzahl und kann genutzt werden, die Degradation auch über längere Zeiträume bzw. größere Zyklenzahl abzuschätzen.

Ergänzende Messungen sollten prüfen, inwieweit der Stack auch im Elektrolysemodus betrieben werden kann. Da die Elektrolyse die Umkehrung des Brennstoffzellenprinzips ist, würden sich zusätzliche Anwendungsoptionen ergeben, falls der Stack sowohl als Brennstoffzelle als auch als Elektrolyseur betreibbar wäre. Anhand von Messungen konnte gezeigt werden, dass der entwickelte Stack gut für die Wasserdampf-Elektrolyse geeignet ist. Darüber hinaus findet auch die simultane Umwandlung von Wasserdampf und Kohlendioxid (CO₂) in Wasserstoff und Kohlenmonoxid (CO) statt. Allerdings fehlen noch Langzeituntersuchungen, um gesicherte Aussagen über die zu erwartende Lebensdauer treffen zu können. Die bisherigen Ergebnisse ermutigen die Projektpartner jedoch zu weiteren Aktivitäten in diesem Bereich.

Zusätzliche Details über das Projekt, die Partner, Ziele und Ergebnisse finden Sie auch auf der Projekthomepage <http://www.nellhi.eu>. Gerne senden wir Ihnen auch weitere Informationen zu. Sprechen Sie uns dazu einfach an! (li)

FLEXIBILITÄTSANFORDERUNGEN AN KONVENTIONELLE KOHLEKRAFTWERKE IN EUROPA



Dr.-Ing.
Jens zum Hingst
Abteilungsleiter



Eglantine Kunle
M. Sc.
Wiss. Mitarbeiterin

Das im Folgenden beschriebene Projekt stellt ein Beispiel zu aktuellen Forschungsfragen dar, die durch die Integration erneuerbarer Energien in bestehende Energiesysteme hervorgerufen werden. Damit steht es stellvertretend für die zentralen Fragestellungen, die in der Abteilung Energiesystemanalyse bearbeitet werden.

Der wachsende Anteil erneuerbarer Energien, der dargebotsabhängig ist und fluktuierend in die elektrischen Netze eingespeist wird, führt zu einer sich dynamisch ändernden Residuallast in diesen Netzen. Die durch fossil befeuerte Kraftwerke zu deckende Residuallast in Deutschland wird sich dadurch zukünftig in ihrem zeitlichen Verlauf (über den Tag) und den dabei abzudeckenden Gradienten deutlich verändern. Neben dem Ausbau der erneuerbaren Energien hat auch der zukünftige Netzausbau einen Einfluss auf die Residuallast an spezifischen Standorten bzw. Netzverknüpfungspunkten.

Zusätzlich zu den technischen Anforderungen zur Deckung einer Residuallast wird sich auch die Kostenstruktur in einem zukünftigen auf erneuerbaren Energiequellen beruhenden Energiesystem grundlegend verändern. Zur Planung des Kraftwerksparks (langfristig) und der konkreten Kraftwerkseinsatzplanung (kurzfristig) ist eine Abschätzung dieser Kostenstruktur im Energiemarkt notwendig.

Zur Bearbeitung der oben ausgeführten Fragestellungen führen General Electric (hier die ehemalige Alstom) und das CUTEC Institut ein gemeinsames Vorhaben durch, das im August 2014 begonnen hat. Dabei erfolgt die Entwicklung eines Simulations- / Prognosewerkzeugs durch die Doktorandin Eglantine Kunle am

CUTEC Institut in Abstimmung und unter Nutzung der Erkenntnisse von GE.

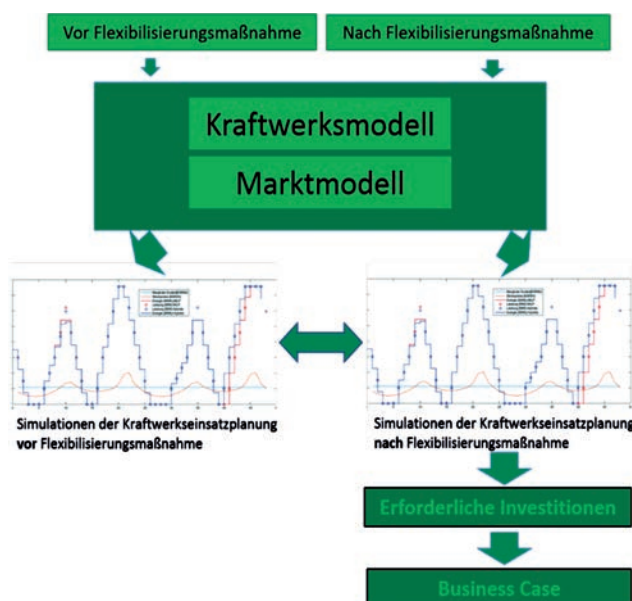
Ziel der Untersuchungen ist der Aufbau eines Modells zur Abschätzung der Kostenstruktur an einzelnen Standorten (bestehende Standorte und neu zu planende Standorte). Betrachtet wird dabei der europäische Strommarkt, der von der Koexistenz von Anlagen auf Basis erneuerbarer Energiequellen und konventionellen Kraftwerken (insbesondere Steinkohle-, Braunkohle-, Gas- sowie Gas-und-Dampf-Kombikraftwerk) beim Übergang in eine kohlenstoffarme Energieversorgung stark betroffen ist. Das entwickelte Modell fokussiert aufgrund dieses Rahmens auf die betriebliche Flexibilität der thermischen Kraftwerke.

Das Grundprinzip der Untersuchungen ist der Vergleich des Betriebes eines einzelnen Kraftwerkes in zwei unterschiedlichen technischen Zuständen: dem aktuellen Zustand und dem nachgerüsteten Zustand, wobei Nachrüstungen jeder Art (Hardware und Software) gemeint sind, die die betriebliche Flexibilität des Kraftwerkes verbessern. Auf diesem Wege kann eine betriebswirtschaftliche Untersuchung erfolgen, die den Wert der Nachrüstung auf Basis des Betriebes der Kraftwerke ermittelt.

Dieses Konzept verlangt die Entwicklung eines technischen und ökonomischen Modells, das den Einsatz eines Kraftwerkes in

einem bestimmten Marktumfeld optimiert (self-scheduling problem). Dieses Optimierungsproblem wird traditionell als „Mixed Integer Programming (MIP)“ Problem gelöst. Jedoch verlangt das skizzierte Konzept eine Langzeitbetrachtung mit hoher Auflösung. Bei der Optimierung im europäischen Markt, in dem mehrere Märkte mit unterschiedlichen Zeithorizonten und Zeitrastern koexistieren, wird dieses Problem sehr komplex. Deswegen wurde eine neue Methode zur Lösung dieses bestimmten Problems entwickelt.

Das entwickelte Tool befindet sich derzeit in der Validierungsphase. Das technische Modell wurde parametrisiert, um alle zur betrieblichen Flexibilität relevanten Aspekte nachbilden zu können. Thermische Kraftwerke, auch mit Wärmeauskopplung, können parametrisch (unter anderem Anfahrtskurven, lastabhängiger Wirkungsgrad, Minimallast, Lastgradienten, Lebensdauer) abgebildet werden. Das Marktmodell wurde auch parametrisiert, um alle europäischen Day-ahead-, Intraday- und Regelleistungsmärkte abbilden zu können. Das Tool bietet somit die Möglichkeit, den Betrieb des Kraftwerkes in den drei Märkten (und allen möglichen Kombinationen) zu optimieren. Darüber hinaus wurden auch Module entwickelt, um den Betrieb im nord-amerikanischen Markt sowie im indischen Markt zu optimieren.



Grundprinzip der Untersuchungen zur Abschätzung der Kostenstruktur einzelner Kraftwerke

Das entwickelte Konzept erlaubt eine technische und ökonomische Untersuchung der Kostenstruktur thermischer Kraftwerke in deren komplexem Marktumfeld. Das Tool kann sowohl für Langzeitbetrachtungen (Investitionen) als auch für Kurzzeit Zwecke (Gebotsstrategien in den Day-ahead-, Intraday- und Regelleistungsmärkten) angewendet werden. Die Zeitauflösung ist dabei dank der entwickelten Methoden nicht begrenzend, ein Aspekt, der für den Trend kleiner werdender Zeitaufösungen in Märkten mit hoher volatiler Einspeisung ausschlaggebend ist. (zh/ku)

REALISIERUNG ZUKÜNFTIGER PROJEKTE IM KONTEXT VON INDUSTRIE 4.0



Prof. Dr.-Ing.
Matthias Reuter
Abteilungsleiter

Ein Schwerpunktthema der Abteilung „Adaptive Systeme“ ist die Realisation von Softwareanwendungen im Kontext „Industrie 4.0“, also die Anwendung von Methoden und Verfahren, welche eine computergestützte Auswertung und Visualisierung multipler Datensätze unterschiedlichster Sensoreinrichtungen ermöglicht.

Aufbauend auf der jahrelangen Erfahrung aus Verbundprojekten, einem DFG-Projekt und der engen Kooperation mit dem Institut für Informatik der TU Clausthal konnte sich die Abteilung dabei ein breites Portfolio von Realisationsmöglichkeiten von Industrie 4.0-Applikationen aneignen, wobei einige ihrer Entwicklungen heute in der Industrie im Einsatz sind. Schwerpunktmäßig stand und steht dabei der Einsatz der Computerintelligenz (CI) im Vordergrund, ermöglicht diese doch prädiktive Aussagen über Prozesszustände und/oder Zustandslagen zu treffen. Es ist aber gerade diese Abschätzung über vorhersagbare Änderungen von Systemen, welche in Zeiten der Energiewende und der weiteren Automatisierung einen technologischen Vorsprung gegenüber herkömmlichen Softwareapplikationen darstellt, bzw. von der Industrie „am meisten gewünscht“ wird. Umlaufende und momentan überall zu findende Stichworte zu dieser Thematik sind: „vorausschauende Wartung“, „zeitnahe Reaktion auf Fehlzustände“ sowie diverse Optimierungsstrategien und Entwicklung neuer Technologien basierend auf bisher gesam-

melten (und oft noch nicht ausgewerteten) Daten. Besondere Problematik dieses Gebietes: Oft lassen vorhandene Sensordaten auf den ersten Blick keinesfalls darauf schließen, ob eine Bewertung/Analyse von Prozessen und Abläufen auf Grund der vorhandenen Information überhaupt möglich ist, heißt, ob genügend Grundinformation gesammelt wurde, um ein vollständiges, analysierbares und daraus ableitbares Prädiktionsmodell erstellen zu können. Die Beantwortung der daraus resultierenden Frage nach der sogenannten Datensicherheit, stellte und stellt daher die Spezialisten in Sachen Industrie 4.0 vor eine weitere Herausforderung: Vor jeder Systemrealisation müssen in aufwendigen Gesprächen mit den späteren Applikanten nicht nur die zu analysierenden Prozesse verstanden werden, sondern es muss – oft am laufenden Rad – vor, während und oft auch nach einer Realisation eruiert werden, ob und wie vorhandenes Datenmaterial die Prozesse überhaupt beschreibt. Nicht selten kommt es bei dieser Eruiierung dann auch zu Forderungen, die kein Applikant gerne hört, nämlich dass Sensorik erweitert, vorhandenes Datenmaterial nachdokumentiert werden muss oder aber Maschinen- und Prozessführer vor Ort erklären, wo und wie ihre eigene Erfahrung in einem Projekt einzubringen ist.

Vor allem die letzten Punkte beschreiben dabei einen anderen – unbedingt nötigen – Schwerpunkt für Industrie 4.0-Applikationen: Die adäquate Speicherung, Dokumentation und Abrufbarkeit von bereits existierenden und in Zukunft zu erhebenden Datensätzen verschiedenster Quellen und Qualitäten, mithin also das weite Feld des „Big-Data-Managements“.

Ist ein System fertiggestellt, rollt auf die Entwickler oft aber ein neues Problem zu,

welches in der einfachen Frage mündet: Kann und wird der Applikant das neue System einsetzen? Hier ist es oft nicht die ausgefeilte Technik, die der Realisation im Wege steht, sondern ihre Bedienbarkeit, sprich klientelgerechte Auslegung. Auch auf diesem Feld konnte sich die Abteilung „Adaptive Systeme“ im Laufe der Jahre ein breites Knowhow erwerben, so dass nunmehr Industrie 4.0-Applikationen quasi aus „einer Hand“ aus der Abteilung heraus realisiert werden können.

Es ist denn auch nicht verwunderlich, dass neben den erwähnten Softwareanwendungen die Abteilung auf zahlreiche Kongressbeiträge, die Ausrichtung eines Workshops „Industrie 4.0“ und eine angestrebte Kooperation zwischen CUTEC-TU Clausthal und der chinesischen Universität in Tsingtau zurückblicken kann.

Was die Zukunft betrifft, stellt sich die Abteilung momentan dahingehend auf, dass Projekte im Verbund mit einem Energieversorgungsunternehmen zur Versorgungssicherheit, zum Brunnenmonitoring und zur automatischen Demontage von technischem Altgerät beantragt wurden, wobei hier bewusst die Kooperation mit anderen Abteilungen der CUTEC gesucht und gefunden wurde. (re)

IMPRESSUM

Herausgeber und Redaktion:
CUTEC Institut

Autoren:

Dipl.-Ing. A. Bertram (bt)
Dipl.-Kfm. M. Eberhardt (eb)
Dr. rer. nat. A. Fischer (fi)
M. Flamm, M. Sc. (fl)
Dipl.-Ing. D. Haupt (ha)
E. Kunle, M. Sc. (ku)
Dr.-Ing. A. Lindermeir (li)
Prof. Dr.-Ing. M. Reuter (re)
Dr.-Ing. W. Siemers (sie)
Prof. Dr.-Ing. M. Sievers (si)
Dipl.-Biol., M. Eng. J. Seelig (see)
S. Sugandh (su)
Dr.-Ing. S. Vodegel (vo)
Dr. rer. nat. T. Zeller (ze)
Dr.-Ing. J. zum Hingst (zh)

Herstellung und Bezug:

CUTEC Institut
Leibnizstr. 21
38678 Clausthal-Zellerfeld
Tel. 05323 933-0 · Fax 05323 933-100
E-Mail: cutec@cutec.de
Internet: www.cutec.de

Layout und Satz: G. Wessels (wes)

Schreiben Sie uns:

cutec-news@cutec.de



10. Niedersächsische

SUMMER SCHOOL 2017

Brennstoffzellen und Batterien



Vom 25. bis 29. September 2017

**CUTEC Institut
in Clausthal-Zellerfeld**

Die Anmeldung und das Programm finden Sie unter:
www.cutec-summerschool.de



CUTEC GESTALTET WELTKULTURERBE-SONDERAUSSTELLUNG MIT



Dipl.-Ing.
Andre Bertram

**Vom Bergbau zum Recycling:
Sonderausstellung
25 Jahre Weltkul-
turerbe am Ram-
melsberg schlägt
Brücke in die
Zukunft.**

Die Recyclingregion Harz mit dem Projekt „REWITA“ der BMBF-Fördermaßnahme r^4 ist zukunftsweisender Teil der vielschichtigen Sonderausstellung „Ein Vierteljahrhundert Weltkulturerbe. 25 Jahre Denkmalvermittlung“, die am 21. Mai im Museum Weltkulturerbe Rammelsberg in Goslar eröffnet und vom CUTEC Institut mitgestaltet wurde.

„Sagt, wo wir all‘ die Schätze finden, 25 Jahre nach der letzten Schicht“, fragte die Band der Adolf-Grimme-Gesamtschule Oker in einem eigens für die Eröffnung geschriebenen Lied. Die Ausstellung gibt darauf Antworten: Der „Schatz im Berge-
teich“ an wirtschaftsstrategischen Metallen wie Indium, Gallium oder Kobalt in Schläm-
men aus früherer Rammelsberger Erzaufbereitung – Gegenstand des Pro-
jekts REWITA – und die wirtschaftliche Ent-
wicklung der Region vom Bergbau zum
„Silicon Valley des Recyclings“ zählen dazu.

„Welterbe ist ein kultureller Prozess – Einmaligkeit, eingebettet in Internationa-
lität, vernetzt mit der Welt“, erklärte Gerhard Lenz, Geschäftsführer der Welt-
kulturerbe Erzbergwerk Rammelsberg Goslar GmbH und Stiftungsdirektor. Ver-
mittlung sei der besondere Auftrag, weil sich vieles auf 200 Quadratkilometern
Welterbe im Harz nicht auf den ersten Blick erschließe. Und betonte die Kooperation



Unesco-Weltkulturerbe Erzbergwerk
Rammelsberg



Rundgang durch die Ausstellung: Dr. Torsten Zeller, CUTEC, stellt Besuchern das BMBF-Projekt REWITA und die Recyclingregion Harz vor. (© Fotos: Andre Bertram)

mit der Montanarchäologie, dem National-
park Harz, der CUTEC und der Harzer Re-
cyclingwirtschaft bei der Gestaltung der
weit gefassten Ausstellung.



Goslar's Oberbürgermeister Dr. Oliver
Junk, Museumsleiter Gerhard Lenz und
Kurator Dr. Johannes Großewinkelmann
eröffnen die Sonderausstellung

25 Jahre Weltkulturerbe feiern das
Bergwerk Rammelsberg und die Altstadt
Goslar, 2010 erweitert um die Oberharzer
Wasserwirtschaft. Über 110000 zahlende
Besucher verbuchte 2016 allein der Ram-
melsberg. „Damit spielen wir in der Liga der
4,5 Prozent Museen in Deutschland, die das
schaffen“, sagte Gerhard Lenz.

Goslar's Oberbürgermeister Dr. Oliver
Junk (CDU) freute es besonders, dass die
Sonderausstellung die Brücke in die
nächsten 25 Jahre schlägt und nicht nur
zurückgeblickt wird. Eine Zeitleiste wichtiger
Stationen im Welterbe zieht sich durch die
Ausstellung in neun Eindrücken der früheren
Erzaufbereitung. „Die letzte Einheit ist
Zukunft pur“, sagte Dr. Johannes Große-

winkelmann, stellvertretender Museums-
leiter und Kurator der Ausstellung, am Ende
seines Rundgangs. Und dankte dem r^4 -
INTRA-Team des CUTEC Instituts sowie
dem Recyclingcluster REWIMET für die
inhaltliche Umsetzung. Ein von der Bundes-
anstalt für Geowissenschaften und Roh-
stoffe Hannover (BGR) zur Verfügung
gestellter „Black Smoker“ aus 2440 Meter
Meerestiefe des Indischen Ozeans greift
das Thema „Geologie“ des Eindrucks acht
auf und schlägt als aktuell erforschter
Zukunftrohstoff zugleich die Brücke zur
Entstehung der sulfidischen Lagerstätte am
Rammelsberg. Ressourcenschonende Al-
ternativen zur primären Erzgewinnung bietet
die Verwertung von Reststoffen. Das
umsetzungsorientierte Forschungsprojekt
REWITA ist – präsentiert in Objekten, Texten
und einer „Galileo“-Reportage des Senders
Pro Sieben – ein international beachtetes
Beispiel dafür. „Bitte berühren“ fordert ein
vom Projektträger Jülich/BMBF zur Ver-
fügung gestellter Touchtable zum interak-
tiven Dialog mit dem Thema „Rohstoffe“ auf.
„Mit der Sonderausstellung hat die Zukunft
bereits begonnen“, meinte Dr. Großewinkel-
mann und dankte allen Sponsoren und
Leihgebern, die Objekte zur Verfügung ge-
stellt haben.

Über die Dauer der am 12. November
endenden Sonderausstellung hinaus ist
eine von regelmäßigen Veranstaltungen
begleitete Dauerausstellung zum Thema
„Sekundärrohstoffregion Harz“ im Museum
Rammelsberg angedacht. (bt)

14. POTSDAMER FACHTAGUNG



Dr. Vodegel beim Vortrag

„Die Luft, darin du wohnst, sei leicht, rein, unvergiftet und stincke nicht“. Unter diesem einprägsamen und immer gültigen Motto von Hippolyt Guarinonius aus dem Jahre 1621 veranstaltete die LPN Consulting die 14. Potsdamer Fachtagung „Optimierungen in der thermischen Abfall- und Reststoffbehandlung“. Wie immer fachkundig und charmant führte Herr Lutz-Peter Nethe durch das zweitägige Programm im bis auf den letzten Platz gefüllten Saal. Die ca. 120 Teilnehmer kamen besonders aus den Bereichen Betreiber, Anlagenbauer, Ingenieurbüros und Komponentenlieferanten. Tagungsort war das Avendi Hotel am Griebnitzsee.

Im Block „NO_x-Reduktion“ präsentierte Dr. Stefan Vodegel unter dem Titel „Verbleib des NH₃ im Abgasweg von Abfallverbrennungsanlagen“ Ergebnisse aus einem gerade abgeschlossenen VGB-Vorhaben. Unter der Leitung von Dr. Sabine Weineck wurden in 2,5 Jahren umfangreiche Messungen an sechs Abfallverbrennungsanlagen durchgeführt. Diese waren besonders unter dem Gesichtspunkt wissenschaftlich auszuwerten, welche Folgen eine weitere Absenkung des NO_x-Grenzwertes in der 17. BImSchV haben könnte.

In der Diskussionsrunde wurden verschiedene Punkte nachgefragt und angemerkt. Besonders der Vorschlag eines Zuhörers, doch einfach alle SNCR-Anlagen abzuschalten und durch das Verfahren der SCR zu ersetzen, löste Lebhaftigkeit im Publikum aus. (vo)

r⁴-INTRA ERFOLGREICH AUF DER BERLINER RECYCLING- UND ROHSTOFFKONFERENZ

Auf der zehnten Berliner Recycling- und Rohstoffkonferenz Anfang März war das CUTEC Institut mit einem Informationsstand und Poster zum Integrations- und Transferprojekt „r⁴-INTRA“ der BMBF-Fördermaßnahme r⁴ „Bereitstellung wirtschaftsstrategischer Rohstoffe“ erfolgreich vertreten. Projektmappen und USB-Sticks mit den Projektblättern der bundesweit vierzig geförderten Verbundprojekte auf den Gebieten primärer und sekundärer Rohstoffe fanden starken Anklang.

r⁴-INTRA vernetzt, kommuniziert und stärkt forschungsbegleitend die Innovationskraft der umsetzungsorientierten Fördermaßnahme – für eine nachhaltige Versorgung des Hightech-Standorts Deutschland mit Gallium, Germanium, Indium, Seltenen Erden und weiteren als kritisch verfügbar eingeschätzten Rohstoffen.

Die fachlich hochkarätige Konferenz versammelte Teilnehmer aus Wirtschaft und Wissenschaft, aus Politik und Verwaltung sowie kommunalen Körperschaften. Neben politischen und rechtlichen Themen wurden Fachbeiträge über das Recycling von Elektronik- und Elektroaltgeräten sowie Fahrzeugen, Metallen, Kunststoffen und Verbunden präsentiert und diskutiert. Weitere Themenblöcke umfassten Beiträge zu Recycling 4.0, Informationstechnologien in der Abfallwirtschaft, Aufbereitung, Brandschutz sowie KMU als Innovationsstreiber für Ressourceneffizienz. (see/bt)



r⁴-Präsentation auf der Berliner Recycling- und Rohstoffkonferenz (© Sera Z. Kurc Photography)

FRANKFURTER PROCESSNET-FACHTAGUNG



Sitz der DECHEMA
(© Uuw5 – eigenes Werk, Wikimedia Commons, CC BY-SA 3.0)

Das Jahrestreffen der ProcessNet-Fachgruppen Abfallbehandlung und Wertstoffrückgewinnung, Energieverfahrenstechnik, Gasreinigung, Hochtemperaturtechnik, Rohstoffe fand vom 21. bis 23. März 2017 im DECHEMA-Haus in Frankfurt statt. Neben den Beiratssitzungen der Fachgruppen organisierten die Veranstalter eine Vielzahl an Vorträgen.

PROCESSNET
EINE INITIATIVE VON DECHEMA UND VDI-GVC

Vertreter aus Industrie, Verbänden und Wissenschaft stellten F&E-Ergebnisse vor, diskutierten neue Pläne aus der Politik und ihre Auswirkungen. Dr. Vodegel präsentierte im Block „Abfallbehandlung und Wertstoffrückgewinnung“ Resultate aus einem VGB-Vorhaben zu Auswirkungen einer weiteren Absenkung des NO_x-Grenzwertes in der 17. BImSchV.

Weitere Themen der Abfallbehandlung befassten sich z. B. mit der kontinuierlichen Quecksilbermessung bei sehr kleinen Konzentrationen, der Verölung von Kunststoffen, Messunsicherheiten bei Emissionsmessungen und dem Einzug der neuen Möglichkeiten der Informatik in den Anlagenbetrieb. Insgesamt zeigte die Fachtagung die Vielzahl an Themen rund um thermische Verfahren, Gasreinigung und Energieverfahrenstechnik lebendig auf. (vo)

CUTEC STARTET ZUKUNFTSSICHERE ENERGIEVERSORGUNG

Zu Anfang des Jahres 2017 wurde das über einige Jahre laufende Vorhaben „Aufbau eines Modellsystems zur Analyse des Energiesystems bei Systemintegration regenerativer und dezentraler Energiequellen“ abgeschlossen. Neue Investitionen erfolgten für ein Blockheizkraftwerk, eine Großsolaranlage, einen Wärmespeicher und einen Spitzenlastkessel. Vorhandene Infrastrukturen konnten ebenfalls genutzt werden. Komplettiert ist das Projekt mit einem Leitstand und der dazugehörigen Soft- und Hardware (Feldbusebene).

Das Blockheizkraftwerk liefert maximal 70 kW elektrische Nennleistung, welche in das CUTEC-Netz eingespeist wird. Wärme mit gut 100 kW thermischer Leistung gelangt in das Heizungssystem. Eine Solaranlage mit etwa 40 kW thermischer Leistung wandelt Sonnenenergie in Heizwasser. Zur Zwischenspeicherung kann ein sog. Latentwärmespeicher mit einer maximalen Kapazität von 2,3 MWh Wärme genutzt werden. Zum Abgleich bei hoher Wärmeanforderung wird ein Erdgas-Brennwertkessel (580 kW thermisch) eingesetzt. Die aus früheren



Solaranlage auf dem Dach der neuen Halle und „Rauch“ aus den Schornsteinen des BHKW und des Kessels

Projekten beschafften Anlagen Hackschnitzelkessel, Wärmepumpe, Klein-BHKW und Absorptionskälteanlage sind ebenfalls in das Gesamtsystem integriert. Innovativ sind der Einbau einer Ultrafiltration in der Trinkwasserversorgung und der Aufbau einer Ladestation zu nennen. Damit stellt das Gesamtsystem bedarfsgerecht und flexibel Strom, Wärme und Kälte zur Verfügung.

Im abgelaufenen Jahr 2016 wurden vom BHKW bei Inbetriebnahme zum

1. September 57,8 MWh Strom und 133 MWh Wärme genutzt. Der Netto-Gesamtwirkungsgrad des BHKW betrug dabei 83 %. Der Gaskessel lieferte dazu 482 MWh Wärme. Insgesamt zeigt sich für die Versorgung der CUTEC ein Wirkungsgrad über alles von ca. 93 % (netto Nutzung von Wärme und Strom im Vergleich zum Normbezug Erdgas). Ein Abschlussbericht steht demnächst zur Verfügung. (sie)

NEUES AUS DEM CUTEC TEAM

Die Abteilung Ressourcentechnik leistet einen sehr wertvollen Beitrag zur Forschungsarbeit des CUTEC Instituts. Um die zahlreicher werdenden Projekte auch in Zukunft auf hohem Niveau bearbeiten zu können, bekam die Abteilung personelle Unterstützung.



Johannes Fellner
M. Sc.

Bereits am 1. November 2016 hat Herr Johannes Fellner mit seiner wissenschaftlichen Arbeit im CUTEC Institut begonnen.

Herr Fellner studierte Umweltverfahrenstechnik und Recycling an der Technischen Universität Clausthal.

Seine Masterarbeit schrieb er zum Thema „Untersuchung definierter Stoffströme auf ihre Demontagefähigkeit zur zielgerich-

teten Vorsortierung in Werkstoffgruppen als Beitrag zur Steigerung der Ressourceneffizienz durch Kreislaufführung“.

In der Abteilung Ressourcentechnik beschäftigt er sich mit Recyclingverfahren zur Bereitstellung wirtschaftskritischer Elemente aus sekundären Quellen.



Daniel Hochstädt
M. Sc.

Seit dem 1. April 2017 ist Herr Daniel Hochstädt als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Ressourcentechnik tätig.

Herr Hochstädt absolvierte ein Studium der Chemie, Fachrichtung Angewandte Chemie, an der Technischen Universität Clausthal. Mit der Thematik der „Silber- und Goldkomplexe neuartiger N-heterocyclischer Carbene“ beschäftigte

er sich in seiner Masterarbeit. In der Abteilung Ressourcentechnik wird er sich mit dem Recycling von Faserverbundwerkstoffen befassen.



Anja Krage

Frau Anja Krage ist kein unbekanntes Gesicht im CUTEC Institut, da sie bereits in den Jahren von 2008 bis 2012 als Chemisch-Technische Assistentin (CTA) in der Abteilung Analytik tätig war.

Nach einer Familienzeit ist sie nun am 2. Mai 2017 in ihre „alte“ Wirkungsstätte zurückgekehrt.

Im Analytiklabor wird sich Frau Krage in erster Linie mit chromatographischen und elementaranalytischen Fragestellungen beschäftigen. (wes)

WIR SEHEN UNS IM CUTEC-FORSCHUNGSZENTRUM FÜR ROHSTOFFSICHERUNG UND RESSOURCENEFFIZIENZ WIEDER

